



Màster universitari en **Formació del Professorat d'Educació Secundària
Obligatòria i Batxillerat, Formació Professional i Ensenyament d'Idiomes**

Treball de fi de màster

Títol:

**Adaptació de pràctiques de robòtica amb Arduino per a la
matèria de tecnologia de 1r – 2n d'ESO**

Cognoms: Polls Agell

Nom: Francesc

Titulació: Màster en Formació del Professorat d'Educació Secundària Obligatòria i Batxillerat,
Formació Professional i Ensenyament d'Idiomes

Especialitat: Tecnologia

Director/a: Francesc Josep Robert Sanxis

Data de lectura: 22.06.2017

Índex

Objectius.....	1
Introducció.....	2
Anàlisi Alumnat.....	3
Anàlisi de les eines	6
Anàlisi del hardware	6
Anàlisi software	7
Anàlisi de les pràctiques de 4rt d'ESO.....	10
Resultats: Elaboració de material per a les pràctiques.....	15
Preparació del material del docent.....	15
Preparació Material de l'Alumnat	27
Proposta d'activitats interdisciplinàries	27
Valoracions.....	28
Conclusions	28
Referències.....	29

Objectius

L'objectiu principal del treball és la realització d'un tutorial, per tal de desenvolupar la realització de pràctiques d'introducció a la robòtica als alumnes de 1r i 2n d'ESO en el centre a on estic realitzant el Pràcticum. Aquestes pràctiques anirien vinculades directament a les assignatures de tecnologia i d'informàtica que es realitza en aquests cursos.

Per la realització d'aquests tutorials, ens marquem com a objectiu :

- Analitzar i estudiar quins coneixements relacionats amb robòtica i programació tenen els alumnes al iniciar l'educació secundària obligatòria en el centre.
- Analitzar les eines que hi ha en el mercat relacionades amb la robòtica i la programació.
- Analitzar les pràctiques que actualment fan els alumnes que cursen 4rt d'ESO en el centre, per tal d'extreure quines podrien ser adaptades als cursos esmentats.
- Seleccionar una pràctica de robòtica per adaptar.
- Elaborar el material necessari del docent i de l'alumnat per la realització d'aquestes.
- Proposar activitats interdisciplinàries relacionades amb la pràctica.
- Aconseguir una valoració dels materials produïts, per part d'alumnes d'ESO, i de docents de l'àrea de tecnologia del centre.

Introducció

Des de fa unes dècades la robòtica i la informàtica han irromput amb força en la nostra societat, agafant cada cop més importància, tant en el món professional, com en el dia a dia de les persones. Podem posar com exemples elements ben quotidians com els mòbils i els ordinadors, o ja en el àmbit més professional robots capaços de realitzar operacions mèdiques d'alt risc. Per tant doncs veiem que la informàtica i la robòtica ens està generant grans canvis en el món on vivim, transformant tant la forma de comunicació, com algunes de les feines convencionals conegudes fins ara. Com a resultat d'això es comença a evidenciar la necessitat que amb àmbits professionals es tingui un coneixement notable d'informàtica i robòtica.

La rellevància queda reflectida al analitzar les inversions en recerca planificades per al Unió Europea. dins del programa de Recerca i Innovació Horitzó 2020 [1], un dels objectius estratègics fa referència desenvolupar tecnologies i aplicacions per millorar la competitivitat europea, fent especial referència a les tecnologies de la informació i comunicació. Dins d'aquí té una menció especial la robòtica, i a més considera aquest sector industrial un dels que té més expectatives de creixement.

Es evident, que si el futur de la societat en les properes dècades està lligada a la informàtica, cal educar les noves generacions ja des de bon principi en aquest món. Aquestes hauran de saber tractar la gran quantitat d'informació de que disposen a les xarxes, manipular i entendre el funcionament de les noves tecnologies, i en general desenvolupar el pensament computacional i tecnològic necessari per al futur.

Com a conseqüència, tan sols fent una petita recerca per Internet pels centres del Baix Llobregat trobem instituts a on es realitzen projectes de robòtica. Són alguns exemples: l'Institut de Bruguera de Gavà [2], l'Institut Joanot Martorell d'Esplugues de Llobregat [3], l'Institut Francesc Macià de Cornellà de Llobregat [4], l'Institut Esteve Terrades de Cornellà de Llobregat [5], l'Institut Bernat el Ferrar de Molins de Rei [6].

Això evidencia que la robòtica i la programació hagin agafat una gran importància en la formació de l'alumnat i en l'educació. A més amb la informàtica no només desenvolupem coneixements, si no també es treballen habilitats creatives, es potencia el treball en equip, es reflexionar sobre els límits relacionats amb la ètica i la informàtica.

En el centre on he realitzat el Pràcticum tenen molt clara la importància de la informàtica i la robòtica, i es per això que durant tota l'etapa educativa dediquen una gran part de les hores de tecnologia a desenvolupar aquest temari. Concretament a 4rt d'ESO actualment es participa en el projecte Impulsem la Robòtica i es fan diferents pràctiques de robòtica al llarg d'un trimestre.

En el primer cicle de l'ESO però, malgrat fer-se una petita introducció a la robòtica i a l'*Arduino*, no es realitzen pràctiques de robòtica de gran durada. Per això des del centre em van proposar fer una adaptació d'una pràctica de robòtica per als alumnes del primer cicle de l'ESO i que els hi permetria poder començar a treballar la informàtica de forma aplicada des dels primers cursos.

Per a l'elaboració de les pràctiques he hagut de realitzar una primera part d'anàlisi, en què he estudiat el coneixement relacionat amb programació i robòtica que tenen els alumnes de 1r i 2n d'ESO, l'anàlisi de les possibles eines de treball que tenim a l'abast del centre i l'anàlisi de les pràctiques realitzades a 4 d'ESO.

A continuació he desenvolupat tot el material necessari per a la realització de les pràctiques al centre. Aquest material es divideix en dos parts, la part destinada al docent, i la part destinada al alumnat.

Tant l'anàlisi com la realització dels documents estaran estretament lligats amb les observacions, reflexions i experiències personals realitzades durant el pràcticum.

Anàlisi Alumnat

Primer de tot realitzem l'anàlisi de l'alumnat per tal de veure quins són els coneixements previs que tenen i per tant fixar el nivell inicial de les pràctiques i seleccionar aquells punts que caldrà treballar més.

Així doncs cal anar a estudiar quin continguts de les assignatures de matemàtiques i coneixement del medi, natural, social i cultural de primària poden estar relacionats amb la robòtica.

Analitzant el currículum de competències bàsiques de l'assignatura de coneixement del medi, natural, social i cultural veiem que es divideixen en 3 blocs, competències comunicatives, competències metodològiques i competències personals [7].

Competències comunicatives:

- Expressar idees i organitzar informacions de manera eficaç i intel·ligible sobre espais, fets, problemes i fenòmens geogràfics, històrics, socials, naturals i tecnològics.
- Comunicar idees i informacions de manera oral, escrita, visual i utilitzant les TIC per informar, per convèncer, per dialogar.
- Utilitzar convencions cartogràfiques, matemàtiques i científiques i saber-les interpretar.
- Identificar informacions rellevants de l'àrea en textos que utilitzen diferents canals comunicatius i de procedències diverses.

Competències metodològiques:

- Plantejar-se preguntes que puguin ser objecte d'investigació.
- Utilitzar habilitats de planificació del treball.
- Utilitzar habilitats per a la recollida i tractament de la informació.

Competències personals:

- Aplicar coneixements i habilitats en contextos familiars i del seu entorn.
- Buscar els fonaments de la seva identitat.
- Dissenyar i aplicar projectes individuals i col·lectius de manera responsable i creativa.
- Desenvolupar habilitats personals [autoestima, autocrítica, autoreflexió, autoaprenentatge, iniciativa...] que afavoreixen les relacions interpersonals.

En resum l'alumnat procedent de la educació primària arriba a secundària amb les capacitats de raonament i comunicació, de reflexió, i de ser capaços de saber buscar informació de forma ordenada i organitzada.

Aquestes competències bàsiques doncs són molt importants, ja que les podríem considerar bàsiques també per la realització de qualsevol projecte en equip, doncs necessitem comunicar-nos de forma correcta amb els nostres companys, fer una recerca de informació i atacar els possibles problemes que apareguin, reflexionar sobre les els passos fets i els futurs passos a fer...

En segon lloc si ens centrem en els continguts específics, podríem destacar els següents:

- Coneixements sobre la tecnologia, les parts, l'estructura i el funcionament dels objectes tecnològics, per tal de ser capaç d'analitzar, dissenyar o fabricar objectes tècnics orientats a donar resposta a alguna necessitat de les persones.
- Habilitats per buscar respostes o solucions a problemes de tipus científic o tecnològic, a partir del plantejament de preguntes i hipòtesis investigables, dissenyar en equip processos per donar-hi resposta, recollir dades i organitzar-les, identificar regularitats i deduir conclusions a partir de les evidències obtingudes, construir models i prototipus, i descriure i justificar –oralment, gràficament i per escrit- el procés dut a terme i els resultats obtinguts.
- Ús de les TIC.

Per tant observem que els alumnes tindran un cert coneixement sobre el mètode científic i la forma de operar en un projecte, així com el coneixement de nocions bàsiques de informàtica.

Finalment també es fa referència com a objectius de l'assignatura la importància del treball en equip, que serà un dels objectius en el projecte que estem treballant i considerem un dels punts més importants de la tecnologia.

Pel que fa a les competències de l'assignatura de matemàtiques trobem una similitud molt gran amb les ja mencionades, i en destaquem les següents:

- Pensar matemàticament. Construir coneixements matemàtics a partir de situacions on tinguin sentit, experimentar, intuir, relacionar conceptes i fer abstraccions.
- Raonar matemàticament. Induir i deduir, particularitzar i generalitzar; argumentar les decisions preses, així com l'elecció dels processos seguits i de les tècniques utilitzades.
- Plantejar-se i resoldre problemes. Llegir i entendre l'enunciat, generar preguntes relacionades amb una situació-problema, planificar i desenvolupar estratègies de resolució i verificar la validesa de les solucions.
- Obtenir, interpretar i generar informació amb contingut matemàtic.
- Utilitzar les tècniques matemàtiques bàsiques [per comptar, operar, mesurar, situar-se a l'espai i organitzar i analitzar dades] i els instruments [calculadores i TIC, de dibuix i de mesura] per fer matemàtiques.
- Interpretar i representar a través de paraules, dibuixos, símbols, nombres i materials, expressions, processos i resultats matemàtics.
- Comunicar el treball i els descobriments als altres, tant oralment com per escrit, utilitzant de manera progressiva el llenguatge matemàtic.

Per tant l'alumnat procedent de la primària arriba a la secundària, ja amb la capacitat de saber afrontar un problema matemàtic, llegir-lo, estructurar-lo, desenvolupar estratègies de resolució, té un cert llenguatge matemàtic i coneixement de les expressions bàsiques. Aquestes coneixements seran doncs una base, crec que suficient per iniciar unes pràctiques bàsiques de programació i robòtica.

En aquest sentit dos dels centres esmentats en la introducció, el Joanot Martorell d'Esplugues de Llobregat i el Francesc Macià de Cornellà del Llobregat, realitzen ja pràctiques de robòtica, i de programació *scrah* amb alumnes de 1er i 2n d'ESO. Aquests centres però ofereixen aquestes pràctiques de forma extra escolar.

Altres propostes semblants que es realitzen amb èxit en el Baix Llobregat són les realitzades pel Citilab de Cornellà de Llobregat. Dos dels projectes del Citilab estan directament relacionats amb la comunitat educativa, són els projectes EduLab [8] i Edutec [9].

El primer projecte té com a objectiu fomentar l'ensenyament de la programació com a llenguatge transversal per entendre i relacionar-se amb la tecnologia. El projecte encara es troba en etapa de desenvolupament però ja s'han presentat alguns dels resultats que s'han obtingut en l'aplicació del projecte a l'Escola infantil i primària l'Alameda de Cornellà, on durant

el curs s'ha aconseguit realitzar diferents robots per part dels alumnes de cicle mitjà i superior, utilitzant l'eina de programació per blocs *Snap!*.

El segon projecte, l'EduTec, a diferència de l'EduLab no va destinat únicament a les escoles, si no que té com a objectiu apropar el món de la programació a tothom. Per això es generen des de l'any 2009 diferents activitats i tallers relacionats amb la programació en el mateix el Citliab en que, segons les dades facilitades a la web, hi ha més de 300 usuaris d'entre 8 i 12 anys que han realitzat els cursos permanents de programació, i més de 3200 usuaris que han participat en les activitats d'un dia que s'ofereixen en el centre.

Veiem doncs que ja trobem en el món de l'educació varies iniciatives per introduir la programació des de ben petits. Això ens dóna més arguments per pensar que els alumnes arribats de la primària ja tenen els coneixements i la maduresa suficients per començar a treballar en la robòtica, la programació i la informàtica en general.

Anàlisi de les eines

Actualment hi ha una gran rang d'eines relacionades amb la robòtica i la programació que poden ser de gran ús per l'educació, bé tinguin ja un fonament educatiu en la seva realització, o bé perquè són eines de ús molt variat i també es poden utilitzar amb aquest fi.

Així doncs caldrà diferenciar les eines de treball. Primer de tot ens fixarem en quin hardware utilitzar i en segon lloc caldrà analitzar el software:

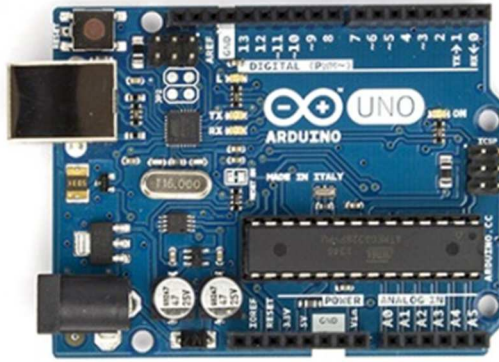
Anàlisi del hardware

L'objectiu de les pràctiques serà fer una introducció a la informàtica i a la robòtica, per això caldrà utilitzar algun tipus de hardware capaç de seguir una sèrie d'instruccions.

En l'àmbit de l'educació trobem bàsicament dos tipus d'eines amb aquest objectiu, el robot *Lego Minstrom* [10] i les plaques *Arduino* [11]. Són dues eines educatives d'alt nivell, la principal diferència la trobem en el preu, *Lego Minstrom* és una empresa de software privat que fabrica productes d'alta qualitat amb un preu força elevat. Per altra banda, en el cas d'*Arduino* el fet de treballar amb software lliure, té com a conseqüència que el preu ha de ser competitiu amb els possibles duplicats que poden aparèixer al mercat, i per tant aquets es manté molt més baix. Pel que fa a la utilitat, *Lego Minstrom* té menys versatilitat d'ús, doncs només es pot utilitzar amb el programa fabricat per la marca, basat en programació per blocs. En canvi *Arduino*, permet l'ús de molts programes diferents tant basats en la programació per blocs com d'escriptura convencional. A més *Arduino* permet un ús més extens de components electrònics.

Per tant, creiem més convenient treballar amb la placa *Arduino*, doncs tindrà un pressupost d'implementació més reduït i a més ens permetrà treballar amb nivells de dificultat cada cop més elevats i complexos, permeten així una evolució de l'assignatura al llarg de l'ESO.

La placa *Arduino* [Il·lustració 1], és un microcontrolador destinat principalment a la educació. Actualment però han sortit molts models de targetes que imiten a la placa *Arduino*, com són per exemple les còpies fabricades a Xina, o el model de l'empresa Bq [12]. Totes elles tenen preus i característiques molt semblants, i per tant la tria d'una o altre es pràcticament de forma arbitrària. Com que durant la realització de les pràctiques al institut he observat que quan s'utilitzaven plaques xineses hi havia problemes en la configuració amb els ordinadors descartem l'ús d'aquestes. I entre el model Bq i la placa *Arduino* he decidit escollir la placa *Arduino* com a eina de treball perquè van ser les pioneres en aquest àmbit i com a conseqüència el major nombre de plaques que té el centre són d'aqueta marca i per tant es convenient aprofitar-les.



Il·lustració 1: Imatge de una placa *Arduino UNO*. A la part superior podem veure els ports digitals, i a la part inferior els ports analògics, així com altres elements importants com el GND o el port de 5 V
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ArduinoUno_R3_Front_450px.jpg

Un cop seleccionada la marca *Arduino* fa falta seleccionar quin model de placa utilitzar. Actualment hi ha diferents models de plaques d'aquesta marca, els més comuns són:

- **Arduino UNO:** És la placa bàsica d'*Arduino*, composta per diferents ports, 14 digitals i 6 analògics. Gràcies a les dimensions de la placa fa molt fàcil el seu manegament i té el preu més econòmic, aproximadament 20 euros.
- **Arduino UNO+WIFI:** Té les mateixes característiques que l'*Arduino UNO*, però amb wifi per poder-se comunicar amb el PC sense necessitat de cable. En aquest cas el preu és aproximadament 35 euros.
- **Arduino Nano:** Té les mateixes característiques que l'*Arduino UNO*, però en un espai molt més reduït, per tant és difícil una mica el seu manegament el seu preu però és similar al de la placa *Arduino UNO*, aproximadament 20 euros
- **Arduino Mega:** A diferència de la placa *Arduino UNO*, la Mega ofereix un rang d'entrades digitals molt més elevat, en total 54. I el preu aproximat és de 40 euros.

Per dur a terme les activitats que proposarem podríem utilitzar qualsevol de les plaques esmentades anteriorment, però tenint en compte les nostres necessitats, volem fer una iniciació a la robòtica i per tant utilitzar una placa senzilla, fàcil de manipular, i sobretot pensant en reduir el màxim possible els costos, la placa més adequada serà la placa *Arduino UNO*.

Anàlisi software

Un cop triat el hardware, cal escollir quin software utilitzar, i caldrà posar-hi especial atenció, doncs serà la principal eina de treball, i el principal focus d'aprenentatge dels alumnes. Així doncs cal estudiar quin llenguatge de programació i quin programa serà el utilitzat per realitzar les pràctiques. Aquest programa haurà de ser compatible amb la placa *Arduino*, caldrà que tingui una interfície agradable i fàcil de utilitzar, i finalment haurà de estar dirigit a alumnes que s'iniciïn al llenguatge de la programació i per tant ser molt estructurat i visual. Aquest últim aspecte, programa molt visual i dinàmic, ho considerem realment rellevant, per tal que els alumnes puguin entendre fàcilment quina és la sintaxi i el funcionament de un bucle, de un condicional o altres estructures de programació. És necessari doncs un programa que per exemple tingui estructures visuals en colors, o utilitzi indexacions, o fins i tot que es basi en el que s'anomena programació per blocs.

El principal programa d'*Arduino* és el que porta la mateixa placa, un llenguatge escrit anomenat C++. Consisteix en dos parts, una part d'inicialització de tots els ports i variables que s'utilitzaran, i en segon terme un bucle que es repeteix contínuament on s'indiquen totes les accions a fer. Aquest tipus de programació, malgrat ser força visual i intuïtiva, degut a que

utilitza diferents colors per a cada acció i indexacions, no la creiem apropiada per fer la iniciació a la informàtica. Això és degut a que per utilitzar aquest tipus de llenguatge cal saber com és la seva sintaxi i conèixer el tipus d'estructures permeses i per tant el podríem considerar una mica complex per un alumne que no ha programat mai. Per això d'entrada aquest tipus de llenguatge queda destinat a cursos de programació de més alt un nivell.

Ens decanem doncs per la programació per blocs. Aquest és un tipus de programació molt visual, interactiva i lògica, dirigida principalment al ensenyament. Es basa en una sèrie d'estructures que simbolitzen les diferents ordres i funcions lògiques de la programació, que hem d'anar adjuntant per tal de construir el programa desitjat. Una avantatge, és que tot això es pot fer sense haver d'escriure res a través del teclat. Per altra banda, de forma molt visual en el programa, també queda clara, segons la forma de cada bloc, quina sintaxis i ordres són compatibles i quines no. S'aconsegueix doncs que els alumnes puguin d'una manera molt lògica i dinàmica crear els seus programes.

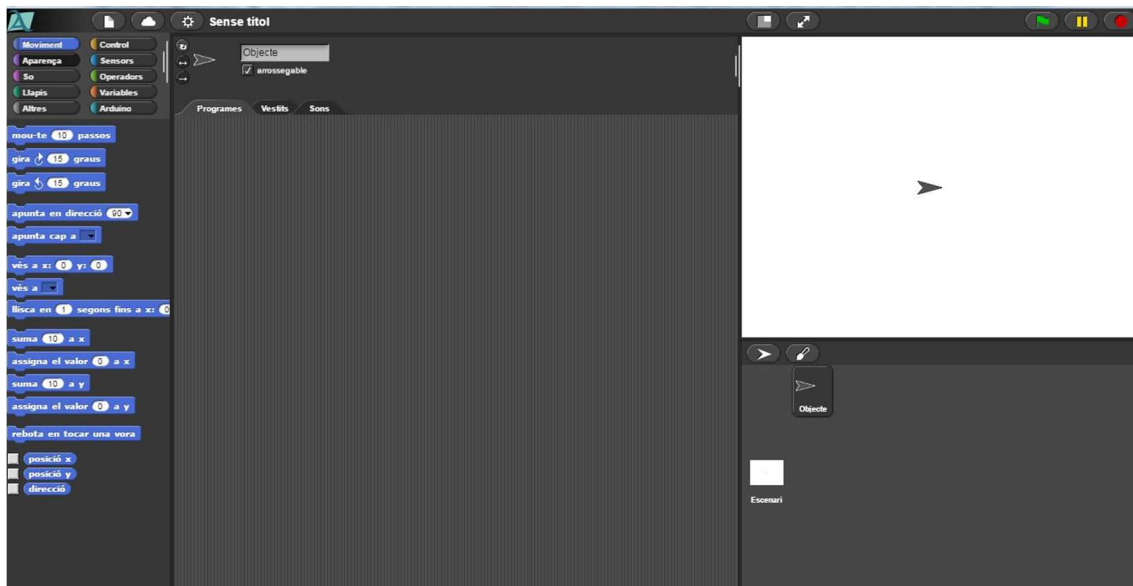
Alguns dels programes més comuns amb programació d'aquest tipus són per exemple: *Scratch* [13], *Snap4Arduino* [14], *mBlock* [15], tots ells lliures i gratuïts, per tant adequats per a l'educació.

Tots ells són programes interactius, que treballen en l'anomenada programació per blocs, on el programador tan sols ha de triar quina estructura bloc necessita d'una llista donada i arrastrar-la per tal d'utilitzar-la en el programa. Tots tres tenen estructures semblants, una llista de blocs que podem utilitzar, una zona on arrastrar els blocs i crear els programes, i una petita pantalla que simula el programa creat. Malgrat això, també trobem petites diferències, la principal és que el programa *mBlock* no permet una edició del programa en viu, és a dir, no permet canviar l'estructura dels blocs o afegir més programa si aquest s'està executant. En canvi tan el *Scratch* com el *Snap4Arduino* (Il·lustració 2:) si que permeten l'edició en viu.

També en tots tres programes trobem dos tipus d'ús: un en que es compila el programa a la placa, i un altre en que es manté en el ordinador.

En el primer cas el programa simula el programador d'*Arduino* i crea un codi que es pot introduir a l'*Arduino* i la placa el reproduceix indefinidament i de forma independent del PC. Aquest tipus de programació és com la que ve ja de forma implícita amb l'*Arduino*, amb la única diferència que aquests programes ho fan de forma visual, per blocs. Aquest funcionament del programa però és molt limitat i de fet hi ha moltes funcions que queden inutilitzades, és a dir, no estem utilitzant tota la seva potència, doncs no podem fer la programació en paral·lel, tan sols es pot fer un bloc vertical, i òbviament no es pot modificar el programa en viu.

En el segon cas, en el programa s'utilitza l'*Arduino* com una part més de l'ordinador, que es capaç de captar i donar senyals elèctrics. D'aquesta manera aconseguim una interacció entre els dos mons, el món virtual del PC i el món real a través de la placa *Arduino*. Utilitzant així el programa, podem aconseguir fer codis i pràctiques més completes. Per contrapartida, no podem crear robots que funcionin de forma independent del PC.



II-Il·lustració 2: Captura de pantalla del programa *snap4arduino*. A la part esquerra trobem el menú de blocs que podem utilitzar per crear el nostre propi codi. A la part central hi ha la zona on arrastrarem els blocs i farem la construcció del codi. Finalment a la part dreta hi ha la pantalla amb el simulador, on es representen les accions del programa realitzat.

per un curs d'iniciació pràcticament no hi ha cap avantatge d'un respecte l'altre, podem trobar petites diferències que en un nivell superior ens podrien decidir a utilitzar un programa o un altre. Per exemple el programa *snap4Arduino* a diferència del *Scrach* és compatible pràcticament amb totes les plaques *Arduino*, és fins a 7 cops més ràpid i pot interactuar amb varies plaques al mateix temps [16]. Com a conclusió creiem més convenient treballar amb el programa *snap4Arduino*.

A més, també es pot complementar la pràctica amb altres programes simuladors que ajuden a entendre el esquema del muntatge electrònic, com són per exemple el *Autodesk Circuits* [17] i el *Firtzing* [18]. Tots ells són programes que poden ser molt útils.

Finalment, de manera addicional, es poden incorporar programes de disseny gràfic 3D, exemple el *tinkercad* [19], el *Sòlid Works* [20], per tal de poder incloure també el disseny de l'estructura del robot amb impressores 3D.

Anàlisi de les pràctiques de 4rt d'ESO

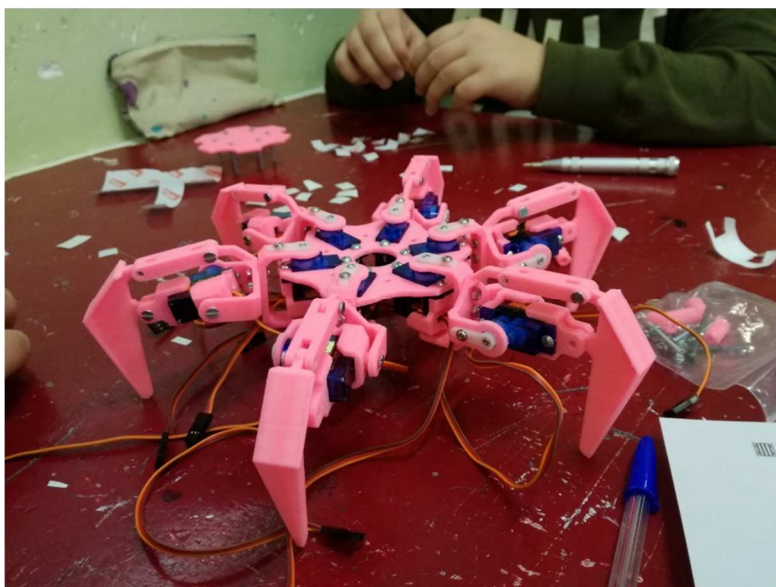
En el següent apartat ens disposem a fer un petit anàlisi d'algunes de les pràctiques i projectes que actualment es realitzen en el centre al curs de 4rt d'ESO, per tal de veure com es treballen i estan organitzades les seccions a la vegada que estudiar si alguna podria ser adequada per adaptar, o bé si és necessari dissenyar una nova pràctica.

Observant les pràctiques realitzades, podem veure que són pràctiques de robòtica en les que es compila el programa a la placa *Arduino* i aquesta funciona independentment del PC, és per això que s'utilitza per programar el llenguatge C++ d'*Arduino*. Així doncs, considerant que a la secció anterior hem decidit treballar amb el programa *snap4arudino* i que la placa *Arduino* passi a ser una extinció de l'ordinador, haurem d'estudiar la possibilitat d'adaptar alguna de les pràctiques a aquest programa. A continuació es presenten alguns dels projectes de robòtica, realitzats a 4 d'ESO.

Hexàpode

Consisteix en un robot que es mou imitant als insectes de 6 potes [II·lustració 3]. Està format per diferents peces, impreses amb una impressora 3D, i que es mouen totes elles a partir de servomotors. El programa realitzat té bàsicament 4 codis diferenciats, els quals fan funcionar els servomotor de tal manera que el robot es mogui: endavant, endarrere, cap a l'esquerra o cap a la dreta. Aquestes ordres es donen a través d'una aplicació de mòbil connectada amb *bluetooth* l'*Arduino*.

Realment la estructura del hexàpode esdevé una estructura complicada, sent així la principal dificultat el seu muntatge de peces 3D amb la gran quantitat de servomotors que utilitza.

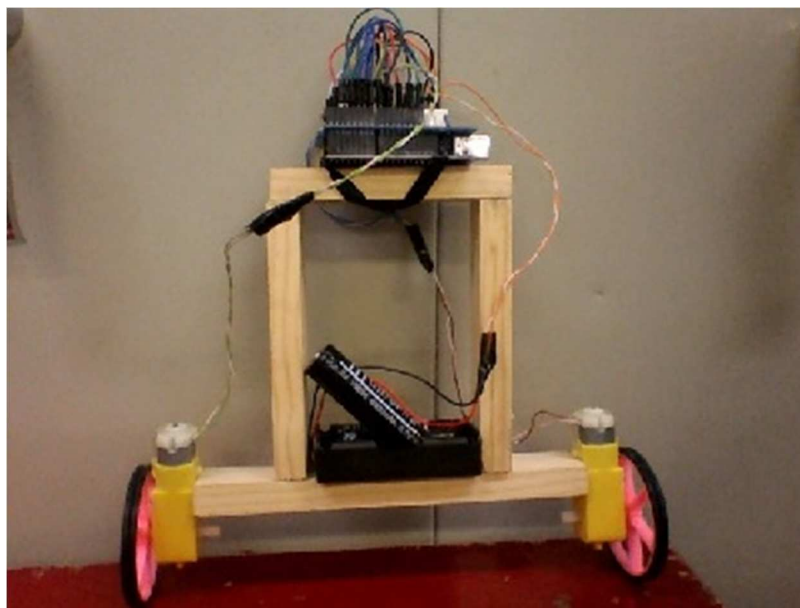


II·lustració 3: Imatge de l'hexàpode en construcció.

Equilibrista

El robot equilibrista [II·lustració 4), aquest robot vol simular els equilibristes de circ que van amb un monocicle. Així doncs tenim una estructura vertical amb dos rodes, cada una amb un motor que intenta equilibrar contínuament l'estructura, de forma que no caigui malgrat que el desestabilitzem donant-li un cop. Per aconseguir mantenir l'equilibri s'utilitza un sensor d'inclinació, que ens determinarà la inclinació del robot i l'envia a l'*Arduino*. Per tant, l'objectiu és fer un anàlisi constant de les dades d'inclinació i segons aquestes fer girar les rodes cap a una direcció o cap a l'altre.

Aquest projecte té una dificultat elevada, per una part cal presentar una estructura correcta que sigui adequada per mantenir l'equilibri i on es pugui col·locar correctament el sensor, i, per altra banda també presenta una certa dificultat el buidatge i elecció de les dades del sensor.



II·lustració 4: Imatge del robot equilibrista.

Ones Cerebrals

El projecte del lector d'ones cerebrals simula els poders d'un "Jedy" capaç d'eleva un objecte amb la ment. Està compost bàsicament per un lector d'ones cerebrals, que permet llegir les dades d'activitat del cervell, i un motor amb una hèlix que permet eleva una pilota. Segons la quantitat d'activitat que llegeix el detector d'ones cerebrals el motor funciona més ràpid o més lent, permetent així eleva la pilota.

En aquest cas la principal dificultat està també en la correcta lectura de dades i en la connexió del lector d'ones a la placa, donant sovint problemes d'estabilitat en la connexió.

Cotxe amb càmera

Aquest projecte consisteix en realitzar un cotxe que es controla a distància i té una càmera [II·lustració 5) que transmet de forma continua, de tal manera que podem veure sempre els obstacles que es va trobant el vehicle i dirigir-lo. Així doncs el programa es basa en fer anar el cotxe en la direcció correcta segons les ordres que donem a través d'un dispositiu mòbil connectat via *bluetooth*.

Malgrat la dificultat teòrica relacionada amb la retransmissió en viu de la càmera, i la connexió *bluetooth* del programa de mòbil, aquest projecte es un dels més interessants per adaptar perquè és fàcilment modificable. Es pot simplificar eliminant la connexió *bluetooth* i la càmera, o fer-lo més complex afegint per exemple detectors de proximitat. A més també és un projecte atractiu per iniciar-se en la robòtica perquè fàcilment s'obtenen resultat tangibles.



II·lustració 5: Imatge del cotxe amb càmera.

Braç Robot

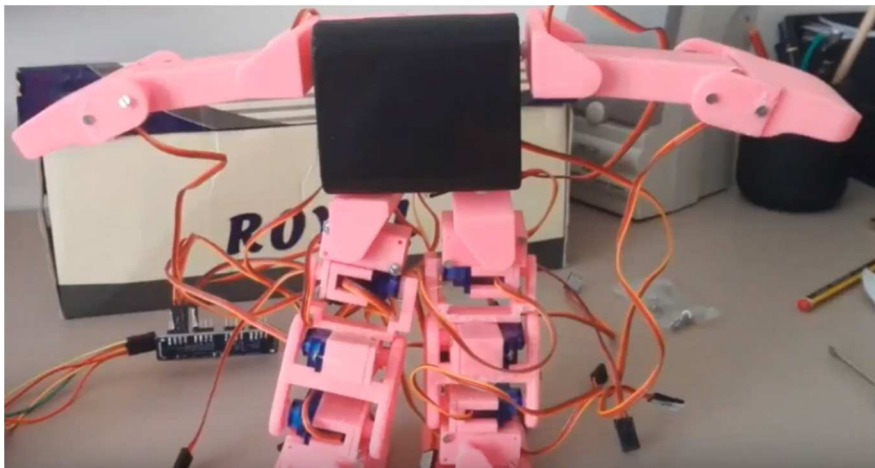
En aquest cas el projecte es basa en la utilització d'un braç articulat, es tracta doncs de fer diferents programes per mostrar el funcionament del braç, com pot ser agafar una pilota o tocar el piano.

Com que el braç ja és prefabricat, la principal dificultat del projecte és saber transmetre la correcta informació al braç i fer tots els assajos de prova i error per tal de que aquest faci realment el que volem. No seria una pràctica molt adequada per iniciació, doncs es necessita disposar d'un braç articulat, que pot arribar a ser molt car, a més no es poden utilitzar programes en blocs, i el llenguatge de programació per establir la comunicació entre el braç i l'ordinador s'allunya molt de un curs d'iniciació en robòtica.

Robot humanoide

Molt semblant al Hexàpode però en aquest cas es tracta d'un robot amb forma d'humà [II·lustració 6). Altre cop és un robot format per diferents peces creades amb una impressora 3D i unides amb diferents servomotors. El programa d'*Arduino* com en el cas del hexàpode el que fa és organitzar el moviment dels servomotors de tal manera que el robot faci els moviments que volem.

Com ja hem dit és molt semblant al projecte de l'hexàpode i també té una estructura molt complicada, generant així una gran dificultat en el muntatge i en la sincronització de tots els servomotor.

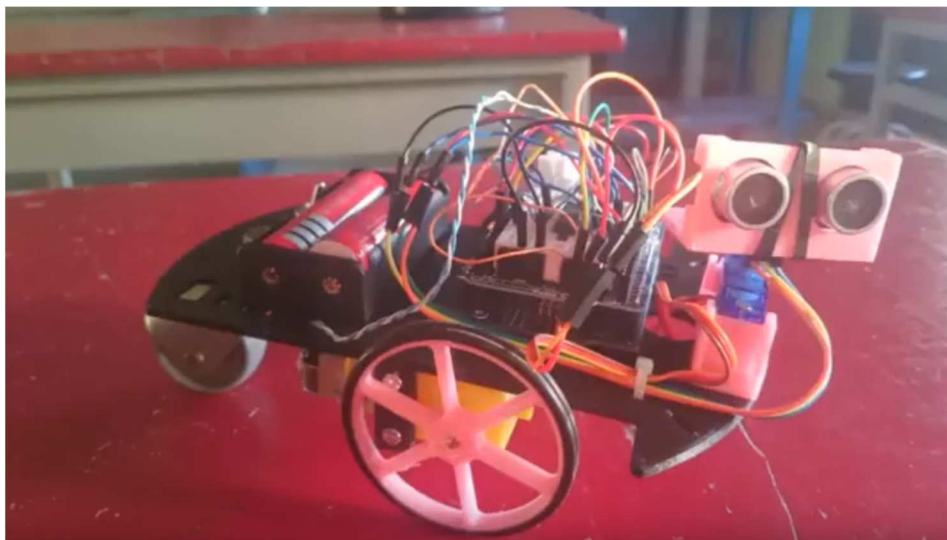


II·lustració 6: Imatge del robot humanoide.

Cotxe automàtic

Consisteix en un cotxe que corre sol esquivant els diferents obstacles que troba [II·lustració 7). Ens trobem doncs amb un cotxe que disposa d'un sensor de proximitat, de manera que s'atura abans de trobar un obstacle. Un cop detectat l'obstacle decideix cap a quina direcció anar, aquesta és la direcció cap on no detecti cap obstacle.

Es tracta doncs d'un projecte molt semblant al del cotxe amb càmera i també sembla força interessant i adaptable per a realitat amb alumnes que s'iniciïn en la robòtica, doncs com ja hem comentat en el cotxe amb càmera, d'una forma molt fàcil es poden modificar els programes, posar nous sensors, o noves ordres.



II·lustració 7: Imatge del cotxe automàtic.

Casa domòtica

Aquest projecte té com objectiu construir una maqueta d'una casa domòtica. Es tracta doncs de fer una maqueta simulant una casa amb diferents habitacions, ascensor i dispositius que seran controlats per un mòbil connectat a l'*Arduino*.

Altres cop ens trobem en la dificultat de construir una bona maqueta de la casa, i després el programa adequat pel funcionament.

Dispensador de menjar per mascotes

L'objectiu d'aquest projecte és construir un dispensador automàtic de menjar per a mascotes. Es tracta doncs d'una estructura on es pot guardar una gran quantitat de menjar i que té un sensor que detecta quan la mascota s'acosta i en aquest cas, obre una comporta deixant anar una part del menjar. A més el dispensador també té un visualitzador que ens informa quants cops ha donat menjar al gos i ens serveix també per programar el màxim de cops per dia que es permet fer la descarrega de menjar.

També podria ser un projecte interessant per adaptar, doncs es tracta d'una programació bàsica i també fàcilment ampliable i modificable.

Tots els exemples mostrats, i també pel que he pogut observar en Pràcticum, les pràctiques de robòtica del curs de 4 d'ESO s'orienten en la realització d'un projecte. És a dir, es planteja als grups d'alumnes un objectiu, fer un robot per presentar a la fira de robòtica del *Comsocaixa*, i a partir d'aquí ja són els alumnes amb l'ajut del professor que trien quin robot realitzar, busquen com fer el codi, les parts i mica en mica van solucionant els problemes. Per tant veiem que hi ha molta llibertat de decisió que comporta una gran feina de cerca d'informació i anàlisis, per a la correcta realització del projecte. Per tant són unes pràctiques destinades clarament a la última etapa de l'ESO.

Al reflexionar sobre unes pràctiques de robòtica introductòries destinades a alumnes de 1r i 2n d'ESO, arribem a la conclusió que han de ser unes pràctiques molt més acotades i enfocades a seguir un guió, per tal que els estudiants puguin aprendre els principis bàsics de la robòtica i la programació.

La pràctica que creiem més interessant, tant per tractar els principis teòrics de la robòtica, com per l'interès de l'alumnat és la pràctica de la construcció d'un cotxe controlat a distància. D'aquesta manera els alumnes hauran d'aprendre a fer els programes bàsics del funcionament del cotxe, a la vegada que podrien anar completant i augmentant la complexitat d'aquest programa amb altres accions, com són els sensors de proximitat, llums, control a distància notificació de velocitats en el comandament. Creiem doncs que és una pràctica apropiada per introduir-se a la robòtica, a la programació i conèixer els components bàsics de l'electrònica.

Resultats: Elaboració de material per a les pràctiques

En el següent apartat mostrarem tot el material elaborat per a poder realitzar les pràctiques. Un cop parlat amb els professors del institut i d'acord amb tots els treballs fets al màster, creiem que fa falta preparar un material per al docent i un material per a l'alumnat, destacant els objectius i les funcions de cadascun.

Per començar primer de tot generarem el material del docent, en aquest material caldrà esmentar les coses que són d'interès per al docent, com els objectius de la pràctica, objectius claus, temporització, metodologia, transversalitat de la pràctica, atenció a la diversitat. Després es presenta una explicació sobre el material destinat als alumnes. Finalment, en els annexos es mostra el guió de la pràctica per a l'alumne i al docent.

Preparació del material del docent

Primer de tot anem a plantejar els objectius, aquells objectius que volem que els alumnes assoleixin al realitzar l'activitat. Abans però ens haurem de fixar en els objectius generals de l'etapa i els objectius específics de la matèria i de la unitat en que volem realitzar la pràctica, i que els trobem redactats en el document del currículum de l'educació secundària obligatòria [21].

Objectius generals de l'etapa: Són aquells objectius generals que s'hauran d'assolir al final de tot de l'etapa d'educació secundària obligatòria. En general són objectius de caire molt obert, que fan referència per exemple a aprendre a conviure amb altre gent, a aprendre a treballar en equip i individualment, saber seleccionar i avaluar la informació. A mode d'exemple a continuació se'n mostren 3 dels 15 totals:

- Assumir amb responsabilitat els seus deures i exercir els seus drets respecte als altres, entendre el valor del diàleg, de la cooperació, de la solidaritat, del respecte als drets humans com a valors bàsics per a una ciutadania democràtica.
- Desenvolupar i consolidar hàbits d'esforç, d'estudi, de treball individual i cooperatiu i de disciplina com a base indispensable per a un aprenentatge eficaç i per aconseguir un desenvolupament personal equilibrat.
- Desenvolupar habilitats bàsiques en l'ús de fonts d'informació diverses, especialment en el camp de les tecnologies, per saber seleccionar, organitzar i interpretar la informació amb sentit crític.

Aquests objectius es marquen per tal de treballar les diferents competències bàsiques de l'etapa:

1. Competència comunicativa lingüística i audiovisual
2. Competències artística i cultural
3. Tractament de la informació i competència digital
4. Competència matemàtica
5. Competència d'aprendre a aprendre
6. Competència d'autonomia i iniciativa personal
7. Competència en el coneixement i la interacció amb el món físic
8. Competència social i ciutadana

Com veiem al igual que els objectius també són de caire molt general i fan referència a les competències generals que ha d'assolir l'alumnat. I per tant cada matèria i cada activitat haurà de treballar en certa manera alguna d'aquestes competències per tal d'anar assolint els objectius de forma continuada.

Ja dins de l'àmbit de la matèria de tecnologia el currículum de l'ESO veiem que l'assignatura de tecnologia té els següents objectius al llarg dels cursos de l'educació secundària obligatòria:

1. Concebre la tecnologia com un conjunt de coneixements operatius de diferents àrees del coneixement destinats a cobrir determinades necessitats de les persones individualment o col·lectiva.
2. Relacionar la tecnologia amb els factors que caracteritzen el desenvolupament econòmic i social tot cercant propostes solidàries i sostenibles.
3. Analitzar materials, objectes i sistemes tècnics per comprendre el seu funcionament, conèixer els seus elements i les funcions que fan, aprendre la millor forma d'utilitzar-los i controlar-los i entendre les raons que condicionen el seu disseny i construcció.
4. Projectar i construir objectes i sistemes tècnics senzills tot aplicant, amb autonomia i creativitat, el procés tecnològic: seleccionar i elaborar la documentació pertinent, dissenyar i construir objectes o sistemes que resolguin el problema plantejat i avaluar-ne la idoneïtat.
5. Expressar i comunicar idees i solucions tècniques, raonant la seva viabilitat, i utilitzant recursos gràfics i informàtics, la terminologia i la simbologia adients.
6. Treballar de forma autònoma, responsable i creativa en la presa de decisions, en l'execució de tasques i en la recerca de solucions, tot mostrant una actitud dialogant i de respecte en el treball en equip. Aplicar sempre la normalització i les mesures de seguretat.
7. Utilitzar els diferents recursos que ens ofereixen les TIC i Internet com a eines de treball habitual així com gestionar, de forma correcta i amb seguretat, la informació, els sistemes operatius i els programes informàtics adients per a la resolució d'un problema concret o per a la representació i disseny d'objectes o processos.
8. Utilitzar els serveis telemàtics adequats com a resposta a les necessitats relacionades amb la formació, l'oci, la inserció laboral, l'administració, la salut o el comerç, valorant fins a quin punt cobreixen les necessitats i si ho fan d'una forma apropiada i segura.
9. Valorar de forma crítica els avenços tecnològics, la seva influència en el medi ambient, la salut i el benestar individual i col·lectiu i la societat en general.

Així doncs diverses activitats o estudis que poden encaixar correctament en els objectius de la etapa, les competències bàsiques o els objectius de la matèria. Bàsicament el més important és orientar-les bé per treballar de forma correcta tots els objectius del currículum. Per tant cal treballar en equip i cal introduir els alumnes en la recerca i valoració de la informació.

Els continguts que marca el currículum per a 1r i 2n d'ESO [21]:

1r d'ESO

- La tecnologia i el procés tecnològic. Eines i materials de tecnologia
- Disseny i construcció d'objectes
- Les TIC com eina per a la integració i la comunicació de la informació

2n d'ESO

- Electricitat
- Processos i transformacions tecnològiques en la vida quotidiana
- L'ordinador com a mitjà d'informació i comunicació

El tractament de la robòtica i la programació no està especialment esmentat però el podríem incloure en els dos últims continguts de cada un dels cursos. La pràctica que proposarem consta de 10 sessions, per tant, el que creiem més oportú és dedicar-hi una 1h a la setmana del taller tecnologia [grup partit] durant un trimestre amb un total de 10 setmanes, deixant les hores de classe conjunta per realitzar la resta de temari de tecnologia que marca el currículum estrictament.

Objectius específics

Ens podem plantejar ara els objectius específics de l'activitat en qüestió.

Aquests objectius ens descriuen allò que l'alumnat haurà ser capaç de fer, i ens guiaran en l'elecció de la metodologia a utilitzar i els instruments d'avaluació en cada cas. Cal doncs que els objectius siguin precisos, continguin una acció, i comencin per un verb, el qual no es gens recomanable que sigui ni el verb saber, ni el aprendre , entendre, conèixer, o altres semblants, dels quals ens podran plantejar problemes al avaluar. Tenir ben definits els objectius és essencial per poder determinar l'avaluació.

Per altra banda com hem treballat en el màster podem dividir els objectius en 3 tipus diferents, conceptuals, procedimentals i actitudinals, i també dins de cada categoria els podem classificar amb segons la seva complexitat, com per exemple seguint la taxonomia de Bloom.

A continuació es fa la proposta d'objectius.

Objectius conceptuals:

Aquests són els objectius que fan referència als conceptes que s'han d'aprendre, Són els objectius més bàsics i més fàcils deavaluar, també els més fàcils d'incloure en la realització de les pràctiques. Es poden dividir en baix o alt nivell, segons si el que es fa és recordar [ex: enumerar, identificar...], interpretar [ex: resoldre manipular distingir...] o resolució de problemes [ex: concebre, avaluar, jutjar, argumentar...].

Els objectius conceptuals proposats per a la pràctica són els següents:

- Distingir els diferents components electrònics necessaris per la realització de la pràctica
- Explicar la utilitat dels components electrònics utilitzats
- Diferenciar les estructures de programació utilitzades
- Justificar la estructura del programa realitzat
- Explicar les experiències adquirides a través d'un informe escrit

Objectius procedimentals:

Són aquells objectius que fan referència a la part pràctica, en que es valora la capacitat de fer alguna cosa. Són objectius molt importants per l'avaluació, doncs no només volem que els alumnes tinguin clara la teoria, sinó que també volem que la sàpiguen posar en pràctica. Són exemple d'objectius procedimentals aquells que contenen el verb: manejar, aplicar, manipular, provar, reproduir, usar, experimentar, construir, simular, programar...

Els objectius procedimentals proposats per a la pràctica són els següents:

- Programar correctament els programes proposats.
- Dissenyar millores als programes.
- Construir correctament el robot proposat
- Cercar i contrastar informació necessària per la realització de la pràctica.
- Experimentar correctament amb els components i programes proposats.
- Utilitzar programes de disseny 3D

Objectius actitudinals:

Aquests són els objectius més difícils de encaixar i també els més difícils d'avaluar. Són aquells referents a la convivència entre els alumnes, al treball en equip o a la conscienciació amb la societat. Per exemple són aquells que contenen verbs com: valorar, comportar-se, respectar, sensibilitzar-se, actuar, relacionar-se, participar...

Els objectius actitudinals proposats per a la pràctica són els següents:

- Col·laborar amb els companys del grup i de la classe.
- Ser conscient de la potencia que té la robòtica.
- Valorar la importància de la robòtica i la tecnologia en la societat.

Metodologia i avaluació

Un cop ja presentats els objectius podem passar a pensar en la metodologia per treballar aquell objectiu i com l'avaluarem. En el nostre cas, com es tracta d'una pràctica, molts dels objectius es treballaran al llarg de la pràctica, i per tant la seva metodologia i avaluació serà continua, però cal especificar-ho igualment. Per tant a continuació es mostra per cada objectiu, la metodologia o metodologies que es seguiran i el criteri o criteris d'avaluació:

- Distingir els diferents components electrònics necessaris per la realització de la pràctica.

En aquest cas el que es vol és que els alumnes sàpiguin distingir tots els components utilitzats. Per aconseguir aquest objectiu al llarg de la pràctica s'utilitzaran diferents metodologies. Algunes seran fetes a través de aprenentatges cooperatius informals (puzzle), es repartirà entre 4 alumnes l'estudi de diferents components i s'hauran de explicar entre ells la utilitat de cada un. També hi haurà certs conceptes que seran explicats pel docent de forma general a l'aula. Però sempre caldrà que el docent esperi a que l'alumnat es trobi amb el problema i tingui la necessitat de saber que es aquell objecte, o com funciona.

El mètode d'avaluació serà unes qüestions tipus test realitzades mitjançant el programa *Kahoot*. De forma individual on es mostraran els diferents components utilitzats i característiques d'aquests.

- Explicar la utilitat dels components electrònics utilitzats.

Com ja hem comentat alguns dels components electrònics seran estudiats a través de puzzle. En petits grups de 4 s'hauran de repartir l'estudi de diferents components, buscar informació a Internet i explicar el seu funcionament als altres companys.

El mètode d'avaluació serà com abans a través del mateix *Kahoot*, si tots els companys han entès la resta de components vol dir que els saben explicar.

- Diferenciar les diferents estructures de programació utilitzades.

L'objectiu vol que tots els alumnes sàpiguin quines són les estructures de programació bàsiques com per exemple el IF, el WHEN... i sàpiguin la seva utilitat.

Per avaluar aquest objectiu es proposa que el docent, durant la pràctica, vagi preguntant les característiques de cada estructura.

- Justificar la estructura del programa realitzat.

Es proposa avaluar aquest objectiu igual que l'anterior, a partir de preguntes realitzades pel professor de forma oral.

- Explicar les experiències adquirides a través d'un informe escrit.

En aquest cas es vol que els alumnes siguin capaços de fer un petit informe de la pràctica realitzada. Aquest informe serà avaluat seguint una rúbrica.

- Programar correctament els programes proposats.

L'avaluació d'aquest objectiu es realitzarà durant la pràctica, el que es valorarà és si el grup aconsegueix o no que el programa funcioni correctament.

- Dissenyar millores als programes.

En aquest cas s'avaluarà si el grup ha sigut capaç o no de proposar millores o canvis al programa, és a dir, si ja tenen suficients coneixements o interès per anar un pas més enllà.

- Construir correctament el robot proposat.

Es valorarà si l'alumne ha participat correctament en la construcció del robot i si aquest finalment té el comportament esperat.

- Cercar i contrastar informació necessària per la realització de la pràctica.

Com ja hem comentat una part dels conceptes es proposarà que els alumnes busquin la informació a Internet. Es valorarà a través de la bibliografia posada al final del seu informe.

- Experimentar correctament amb els components i programes proposats.

El que es vol valorar en aquest cas és que l'alumne sàpiga utilitzar els programes, els components electrònics i els tracti amb cura.

S'avaluarà a través de una rúbrica

- Utilitzar programes de disseny 3D.

Durant la pràctica es proposarà utilitzar un programa 3D per fer el disseny del cotxe. La metodologia serà com d'una classe expositiva, en que el professor explicarà el funcionament a través d'un exemple amb el projector.

Com que aquest apartat es treballa d'una forma molt superficial només no es tindrà en compte en la avaluació,.

- Col·laborar amb els companys del grup i de la classe.

Al llarg de la pràctica el docent haurà de fixar-se en com es realitza el treball en els diferents grups i a través d'una rúbrica valorar-ho.

- Ser conscient de la potència que té la robòtica.

Es vol que els alumnes siguin conscients de la capacitat i que té la robòtica i tots els camps que pot abastar. Per això es proposarà que els alumnes responguin alguna pregunta o facin una reflexió relacionada amb això en el informe final.

Un exemple de pregunta seria: Digues diferents exemples de casos en que actualment la robòtica millora o facilita la vida de les persones.

- Valorar la importància de la robòtica i la tecnologia en la societat.

Semblant el cas anterior es vol que els alumnes siguin conscients de la importància que té la tecnologia en la societat. Igual que en l'objectiu anterior a través d'una pregunta a respondre en l'informe final es valorar aquest objectiu.

Un exemple de pregunta seria: Proposa una aplicació que creguis que podria ser útil i que no sàpigués que existeix

.

Com ja s'ha deixat indicat l'avaluació es farà a partir d'una rúbrica que tindrà un pes total del 90%, on es valoraran els diferents objectius, i el resultat final del projecte. A més com que es un projecte que es realitza en grup, hi haurà una part d'autoavaluació del grup en que les parelles s'autoavaluaran que valdrà el 10% restant. Aquestes rúbriques tenen 4 nivells de qualificació per tal de forçar a l'avaluador a discriminar millor i evitar així que de manera poc reflexionada s'esculli el nivell mig.

La rúbrica a seguir serà la següent:

	%	0 Punts	3,33 Punts	6,66 Punts	10 Punt
Distingir els diferents components electrònics necessaris per la realització de la pràctica	4,0%	L'Alumne ha tret una puntuació entre 0 – 4 punts en el <i>Kahoot</i>	L'Alumne ha tret una puntuació entre 4 – 6 punts en el <i>Kahoot</i>	L'Alumne ha tret una puntuació entre 6 – 8 punts en el <i>Kahoot</i>	L'Alumne ha tret una puntuació superior a 8 punts en el <i>Kahoot</i>
Explicar la utilitat dels components electrònics utilitzats	4,0%	El grup del Puzzel ha tret una puntuació entre 0 – 15 punts en el <i>Kahoot</i>	El grup del Puzzel ha tret una puntuació entre 15 – 20 punts en el <i>Kahoot</i>	El grup del Puzzel ha tret una puntuació entre 20 - 30 punts en el <i>Kahoot</i>	El grup del Puzzel ha tret una puntuació superior de 30 punts en el <i>Kahoot</i>
Explicar i diferenciar les diferents estructures de programació utilitzades i Justificar la estructura del programa realitzat	16,0%	L'alumne no distingeix ni reconeix mai cap de les estructures que utilitza en la programació quan el docent li pregunta	L'alumne mostra en general poca claredat en la diferenciació de les estructures que utilitza en la programació quan el docent li pregunta	L'alumne no sempre te clar com diferenciar les estructures que utilitza en la programació quan el docent li pregunta	L'alumne sempre sap diferenciar les estructures que utilitza en la programació quan el docent li pregunta
Programar correctament els programes proposats	14,0%	Els programes realitzats no estan finalitzats i no compleixen gran part dels objectius proposats	Els programes realitzats no compleixen tots els objectius proposats	Els programes realitzats compleixen l'objectiu proposat però no menten una estructura lògica o òptima	Els programes realitzats tenen una estructura lògica i compleixen l'objectiu proposat.
Dissenyar millores als programes i experimentar correctament amb els components i programes proposats	12,0%	El programa tan sols fa les accions bàsiques proposades i no presenta cap estructura fora del comú	El programa fa les accions bàsiques proposades, però presenta alguna estructura interessant a destacar	El programa fa les accions bàsiques i s'han incorporat també algunes millores, i les estructures són originals	El programa final realitza les accions bàsiques, i s'han incorporat més de 3 millores extres a aquest
Construir correctament el robot proposat	8,0%	El robot no es comporta com estava esperat, i no hi ha un disseny original a destacar	El robot no es comporta com estava esperat. Però el disseny proposat per el grup es original	El robot finalitzat té el comportament esperat però no hi ha un disseny original a destacar	EL robot finalitzat té el comportament esperat i presenta un disseny original

Cercar i contrastar informació necessària per la realització de la pràctica	5,0%	En el informe no hi ha bibliografia consultada	En el informe la bibliografia consultada és escassa	En el informe, es considera que ha consultat la bibliografia correcte però no hi ha prou contrast	La Bibliografia adjuntada al final del treball és correcte i mostra varis llocs on ha contrastat la informació
Col·laborar amb els companys del grup i de la classe	10,0%	L'alumne no fa cap mena de treball col·lectiu ni es relaciona amb cap dels seus companys	L'alumne no col·labora correctament amb els seus companys	L'alumne no sempre ajuda a la resta de grups i te un comportament individualista	L'alumne mostra una bona col·laboració i relació amb la resta de grups i companys de la classe
Valorar la importància de la robòtica i la tecnologia en la societat i ser conscient de la potència que té la robòtica	15%	No contesta cap de les dues preguntes de forma adequada	En el informe escrit es contesten les dues preguntes proposant al menys 1 idea	En el informe escrit es contesten les dues preguntes, fent una valoració clara, estructurada i presenta més de una idea sobre el tema	En el informe escrit es contesten les dues preguntes, fent una valoració clara, estructurada i presenta més de una idea sobre el tema, i són idees innovadores i de gran qualitat
Explicar les experiències adquirides a través d'un informe escrit	12,0%	A memòria és inexistent o inútil	La memòria no disposa d'una explicació Detallada dels resultats de cada experiència	La memòria no disposa d'algun dels elements següents: l'índex, paginació i bibliografia, però si disposa d'una explicació detallada dels resultats de cada Experiència	La memòria disposa de l'índex, paginació, explicació detallada dels resultats de cada experiència i Bibliografia

Rúbrica per a l'autoavaluació del grup, aquesta rúbrica l'haurà de completar cada membre del grup valorant el treball en equip que s'ha realitzat:

	Molt assolit	Assolit	Poc assolit	No assolit
Treball en equip 33%	S'han repartit feines i tothom sap fer de tot	Ens hem repartit feines però Especialitzant-se Cadascú	Ens hem repartit feines però només treballa un alumne	Només treballa un alumne del Grup
Objectius 33%	Hem aconseguit tots els objectius	Hem aconseguit la major part dels Objectius	Hem aconseguit algun objectiu	No hem aconseguit cap Objectiu
Temporització 33%	<i>Hem realitzat totes les tasques dins el termini</i>	Hem realitzat la major part de les tasques dins el Termini	Hem realitzat algunes tasques dins el termini	No hem realitzat cap tasca dins el Termini

Cal també mencionar però que com es tracta d'una pràctica , el professor haurà d'anar fixant-se i valorant dia a dia l'evolució dels alumnes, i també modificar si fa falta les metodologies preparades segons la situació.

A continuació es mostra la seqüència de les sessions i que s'haurà de treballar en cadascuna d'elles. Cal mencionar que es tan sols un guió a seguir, el docent que imparteixi la pràctica caldrà que vagi adaptant el temps i les metodologies segons les necessitats del moment.

La pràctica s'impartirà en 10 sessions en l'aula d'informàtica a les hores de grup partit, és a dir que es realitzarà un 10 setmanes. Malgrat pugui semblar una gran quantitat de sessions creiem importantíssim dedicar-hi tot aquest temps per tal de que els alumnes puguin assolir els objectius proposats i assentar els nous coneixements.

La pràctica serà realitzada en grups de dos, cada grup necessitarà un *Arduino* i un ordinador a més de tots els components extres necessaris per a la realització del robot, com són els motors, les rodes, cables, *bluetooth*, piles, LEDs o altres components extres que es poden afegir en el cotxe.

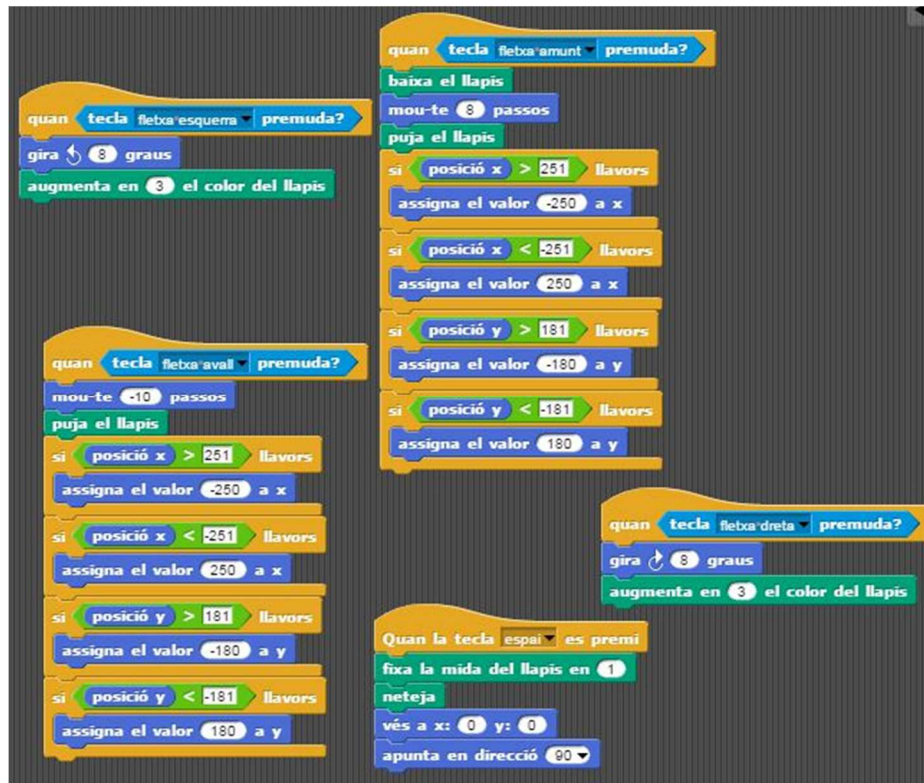
Sessions

1a + 2a Sessió

La primera sessió serà una sessió introductòria, on el docent haurà de fer una introducció a la pràctica i als objectius, i començar ràpidament a introduir el programa *snap4Arduino* i a treballar amb ell.

Malgrat que els alumnes tenen al seu guió de treball una petita guia del programa i de que fer en aquesta primera sessió, és recomanable que el docent vagi fent explicacions al llarg de la classe de forma col·lectiva o individual a mesura que vegi en quins problemes es troben els alumnes.

L'objectiu de la classe és que els alumnes coneguin el programa *snap4Arduino* i comencin a treballar amb les principals estructures de blocs. En aquest cas però es realitzarà sense la placa *Arduino*, i es farà només utilitzant la interfície de simulació del programa. Entre aquesta sessió i la següent, els grups d'alumnes haurien de tenir un programa que permeti fer que el punter del simulador es mogui al llarg de la pantalla quan polsem els botons de direcció [Il·lustració 8]. Com que les velocitats de realització del programa seran diferents, es proposaran al professor diferents idees per tal de fer que aquells alumnes que hagin realitzat el programa el millorin. Algunes possibilitats són les següents: que el dibuix del curso canviï de



Il·lustració 8: Imatge exemple, d'un possible programa a realitzar en aquesta sessió.

color segons per on està passant, que es pugui canviar la velocitat d'aquest, que un cop arribi a d'alt de la pantalla torni a la part inferior i així mai el perdem de vista... D'aquesta forma aconseguim una atenció a la diversitat, i a la vegada que mai cap alumne estigui esperant sense fer res, o passi a la següent sessió abans que d'altres.

3a Sessió

Al inici d'aquesta sessió els alumnes ja han de tenir realitzat el programa de la sessió anterior. L'objectiu d'aquesta sessió serà introduir l'*Arduino* i els components bàsics que necessitem per a l'ús d'aquesta.

Per tal d'introduir aquests coneixements realitzarem una activitat d'aprenentatge cooperatiu amb grups informals de 4 alumnes [ajuntarem dos grups de les pràctiques).

En grups de 4 s'hauran de repartir els següents elements i buscar informació a internet de forma individual per després explicar a la resta del grup els següents conceptes. Com es pot observar a continuació la informació que es demana al alumnes ja està molt acotada i per tant no es donarà cap document extra, doncs es vol que siguin ells mateixos capaços de cercar-ho a internet.

- La placa *Arduino*: els diferents pins que hi ha.
- La placa *protoboard*: per què serveix i com funcionen les connexions internes.
- El motor elèctric: per què serveix i com cal connectar-lo.
- LEDs + resistències: per què serveixen i com cal connectar-los.

La idea es que la sessió d'aprenentatge cooperatiu tingui una durada de 30 – 40 minuts, i així els grups del projecte tinguin temps durant la resta de la classe per experimentar una mica amb el programa i fer anar un motor i un LED, segons convingui.

4r Sessió

Aquesta sessió començarà per un curt *Kahoot* en que s'avaluaran els conceptes que han après de la sessió anterior en l'aprenentatge cooperatiu. El *Kahoot* haurà de tenir una durada aproximada de uns 15-20 minuts. I repassarà els conceptes sobre l'*Arduino*, els motor, els LEDs i la placa *protoboard* de forma molt bàsica.

En la segona part de la pràctica es proposaran les següents activitats:

En cas de que el la sessió anterior no hi hagi hagut prou temps per experimentar amb els motors i els LEDs es realitzarà ara.

En cas de que el docent consideri que ja s'han fet les pràctiques suficients amb els motors i LEDs es passarà a realitzar el disseny 3D de la base del cotxe.

L'objectiu es fer una petita introducció en el disseny 3D i sobretot que els alumnes vegin la importància i la vinculació que hi ha entre la impressió 3D i la robòtica. Per això es proposa que els alumnes dissenyin la base del cotxe que es vol construir. El disseny es realitzarà amb el programa *Online Tinkercad*. Caldrà doncs fer unes petites explicacions per part del docent, i ràpidament els alumnes, gràcies a la facilitat d'ús del programa, ja podran començar a utilitzar-lo.

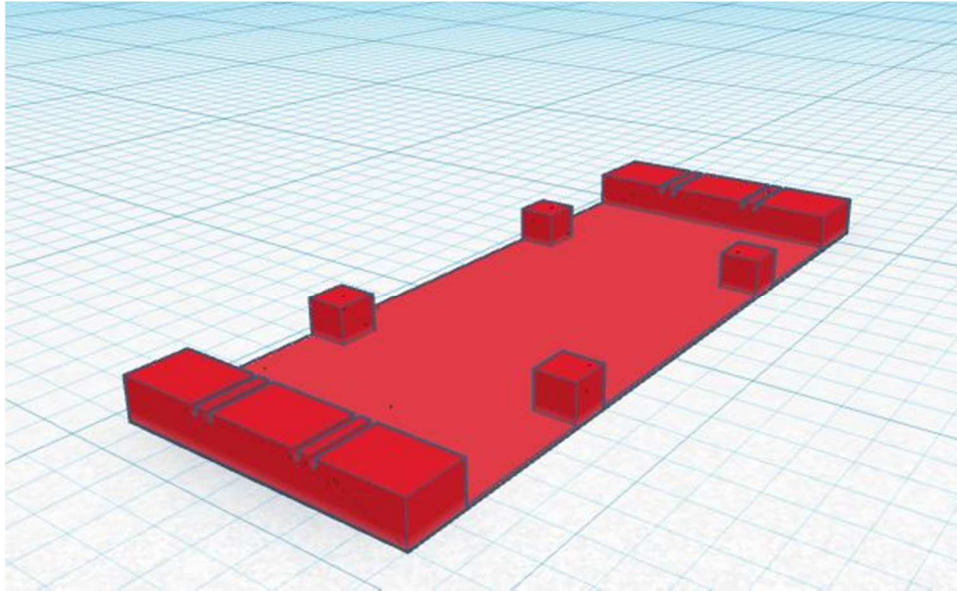
Entra aquesta sessió i la sessió número 5 la base del cotxe ja haurà d'estar dissenyada, i preparada per imprimir.

5a Sessió

Realització del disseny 3D [Il·lustració 8 Il·lustració 9). Com ja hem comentat en el objectius, la idea de treballar el disseny 3D és donar a conèixer aquest món i transmetre la potencialitat que pot tenir, no es pretén doncs transmetre alts coneixements tècnics ni que els alumnes siguin completament autònoms en l'ús d'aquests programes. Per tant caldrà que el docent vagi guiant de forma clara l'evolució dels dissenys.

Per això en el guió dels alumnes es recordarà quines són les necessitats d'aquesta base del cotxe: espai per la placa *Arduino*, espai per als motors, espai per la placa *protoboard*, que el

gruix de la placa permeti tocar les rodes a terra, i finalment a la part del davant del cotxe un lloc on posar els LEDs. Per altra banda com que es vol fomentar la creativitat dels alumnes i que cada grup pugui fer el seu propi cotxe es deixarà lliure l'elecció del disseny, tan podran fer el cotxe amb dos rodes motrius, amb quatre rodes motrius...



Il·lustració 9: Imatge d'exemple d'un possible disseny 3D per la base del cotxe.

6a Sessió

En aquesta sessió es pretén fer el muntatge del cotxe, col·locar els motors, les rodes la placa *Arduino*, els LEDs i fer les connexions necessàries.

Per acabar la sessió, si dóna temps, es proposarà als alumnes que recuperin el primer programa realitzat amb el *snap4Arduino* i l'adaptin per fer que funcioni amb els motors i els LEDs. Ràpidament s'adonaran que hi ha un problema, no poden fer anar els motors marxa enrere. A continuació es proposarà als alumnes que busquin a casa, a través d'Internet, com aconseguir que un motor elèctric pugui anar també marxa contrària, i en la següent sessió, un cop discutides les idees que han trobat, s'exposarà la solució definitiva que serà utilitzar un pont en H.

7a Sessió

En aquesta sessió com s'acaba d'esmentar, el professor farà un recull de les recerques i idees obtingudes pels alumnes de com fer anar el motor enrere, i donarà una explicació general de com utilitzar el pont en H i quina utilitat té.

La resta de la sessió es dedicarà a fer el muntatge dels ponts en H i modificar el programa per tal de que els motors puguin anar enrere i endavant.

8a Sessió

En aquesta sessió l'objectiu es acaba de perfeccionar els programes, cada grup haurà de repassar els seus programes, així com implementar millores, per exemple encendre els LEDs posteriors quan es faci marxa enrere, o un LED lateral quan giri.

Al final de la sessió els grups hauran de tenir ja un cotxe que funcioni correctament i pugin controlar els llums.

9a sessió

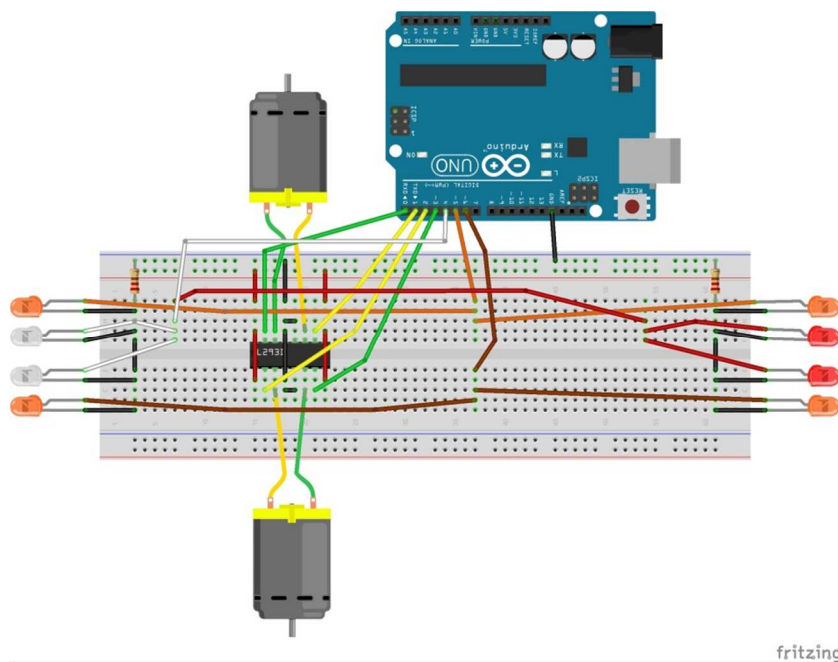
Arribats aquest punt, els grups tindran un cotxe que funciona correctament, però té un problema, ha d'estar connectat permanentment al ordinador. Així doncs el que farem és connectar la placa a l'ordinador a través d'un dispositiu *bluetooth*. Aquests dispositius són una mica complexos d'instal·lar, és necessari vincular-los amb un ordinador concret, i per tant farà falta que el docent ho tingui tot preparat i provat abans de realitzar-ho amb els alumnes. Per tant això serà una feina del professor, qui també serà l'encarregat d'explicar en què consisteixen els dispositius *bluetooth*.

Per tant, en aquesta sessió els alumnes podran comprovar el correcte funcionament del robot a través del *bluetooth* i fer les millores que creguin. Finalment, també podem plantejar fer jocs, com mirar quin és el robot més ràpid, qui el sap fer anar millor a través d'un circuit...

10a Sessió

Aquesta darrera sessió es dedicarà a ensenyar els alumnes la eina de programació *Fritzing*, per tal de que puguin dibuixar l'esquema del circuit que han realitzat [Il·lustració 10], el qual hauran d'incloure en el informe final.

Finalment ja només quedarà que els alumnes realitzin l'informe final, que el podran realitzar seguint el guió de les pràctiques. És a dir ajuntant totes les activitats i reflexions de forma ordenada en un informe, afegint les fotos i imatges del programa que hauran pogut fer.



Il·lustració 10: Imatge d'exemple de l'esquema d'un circuit realitzada amb el programa *Fritzing*.

Preparació Material de l'Alumnat

Un cop realitzada tota la planificació, és a dir, els objectius de la pràctica, els mètodes d'avaluació i les sessions, ja podem preparar el material de l'alumnat.

En aquest apartat es realitzarà una breu explicació de com està dissenyat el material de l'alumnat adjuntat a l'annex.

Aquest material serà preparat per sessions i consistirà en un petit guió per cada sessió. Aquests guions a més també portaran incorporades activitats i qüestions a tenir en compte per al informe final. D'aquesta manera s'aconseguirà que l'elaboració de l'informe final es faci de forma continuada al llarg de les pràctiques.

S'ha de tenir present però que aquest guió no es suficient per a realitzar les pràctiques, doncs caldran també les explicacions i ajudes del docent durant les sessions, que serà també l'encarregat de portar el ritme de les pràctiques.

Per altra banda, com que volem que els alumnes no es limitin a copiar un programa o un esquema, sinó que entenguin i aprenguin a programar i a muntar petits circuits electrònics, el guió no presentarà exemples de programes o esquemes dels circuits elèctrics que han de realitzar. Aquesta decisió està fonamentada en l'experiència obtinguda en el pràcticum, a on he pogut comprovar a les pràctiques d'informàtica que si es donava una imatge o esquema del que s'havia de realitzar els alumnes, aquests tan sols es limitaven a imitar la imatge, sense qüestionar-se el veritable funcionament d'aquelles estructures, i aquest fet el veiem incompatible amb el compliment dels objectius que ens hem plantejat.

Proposta d'activitats interdisciplinàries

En la realització de la pràctica proposada s'han treballat ja diferents competències d'altres matèries com poden ser les competències lingüístiques en la realització de l'informe i comprensió de les activitats o competència matemàtica en l'ús de la lògica per al desenvolupament dels programes.

Però per altra banda volem proposa la utilització dels programes i els robots fabricat en estudis d'altres matèries de 1er i 2n d'ESO. Així doncs per exemple, es podria utilitzar els cotxes en l'assignatura de ciències de la naturalesa [Física i Química] per realitzar l'estudi cinemàtic i dinàmic del robot. També, l'estudi de les rodes del cotxe amb el seu moviment, poden ser útils per visualitzar conceptes matemàtics com el de circumferència, perímetre, radi, angle de gir entre altres.

Valoracions

Una part molt important abans d'acabar un treball és donar pas a la reflexió i valorar allò que s'ha fet.

Personalment al llarg del treball i al llarg del màster he pogut veure i experimentar un nou punt de vista que mai fins ara havia pogut conèixer de tan a prop, la feina del docent. Tan en les classes del màster, com sobretot en la realització del pràcticum, he pogut veure la complexitat d'aquesta feina, en la que es necessita una gran professionalitat però a la vegada un alt grau de vocació. El professor ha de saber transmetre coneixement, ha de ser un guia en l'aprenentatge, i ha de transmetre entusiasme i ganes d'aprendre als alumnes, i això només és possible si ell també les sent.

Durant el treball de fi de màster he procurat sempre posar-me tan a la pell dels alumnes com a la pell dels professors, tenint en compte tots els conceptes estudiats al màster per així poder realitzar aquest guió de pràctiques d'iniciació a la robòtica el més complet possible.

Finalment, crec que el resultat obtingut és de prou qualitat com per portar a les aules, òbviament però, segur que hi haurà aspectes a reestructurar i millorar en el moment de que es posi en marxa. Però això, com hem après, també forma part de la feina del docent: estar sempre refent i millorant les feines fetes en base a les experiències.

Conclusions

Després d'haver realitzat el treball de fi de màster, podem concloure que:

Hem analitzat els coneixements relacionats amb informàtica que els alumnes tenen al principi de l'ESO i els considerem suficients per iniciar unes pràctiques d'introducció a la robòtica.

Hem analitzat les diferents eines del mercat actual vinculades amb la robòtica i la programació i creiem que les més adequades per a un curs de iniciació en la robòtica de 1r o 2n d'ESO són la placa *Arduino* i el programa *snaps4arduino*,

Un cop fet el recull i l'anàlisi de les diferents pràctiques que es realitzen a 4rt d'ESO al centre on he realitzat el pràcticum, creiem que la pràctica més adequada per a realitzar en un curs d'iniciació a la robòtica és la construcció d'un cotxe controlat a través de l'ordinador.

Com ha resultat final s'ha creat el material necessari per a la realització de les pràctiques, un guió per al docent i un per a l'alumnat.

S'ha fet una proposta d'activitats interdisciplinàries demostrant així que amb la robòtica pot abastar un rang molt ampli de coneixements.

Finalment degut a incompetències en calendari, no ha estat possible presentar la pràctica al centre del pràcticum, i per tant no s'ha pogut obtenir una valoració dels alumnes ni dels professors de l'àrea de tecnologia del centre.

Referències

- [1] The EU Framework Programme for Research and Innovation, «HORIZON 2020,» [En línia]. Available: <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/robotics>.
- [2] Institut de Bruguers de Gavà , [En línia]. Available: <http://www.insbruguers.cat/projectes/robotica-al-bruguers>.
- [3] Institut Joanot Martorell d'Esplugues de Llobregat , [En línia]. Available: <http://agora.xtec.cat/iesjoanot/projectes-de-centre-2015-16/taller-de-robotica/>.
- [4] Institut Francesc Macià de Cornellà de Llobregat , [En línia]. Available: <http://www.xtec.cat/iesfrancescmacia/>.
- [5] Institut Esteve Terrades de Cornellà de Llobregat , [En línia]. Available: <http://iesesteveterradas.cat/index.php/noticies-tecno>.
- [6] Institut Bernat el Ferrar de Molins de Rei, [En línia]. Available: <http://www.bernatelferrer.cat/>.
- [7] Departament d'Educació, «XTEC,» 2007. [En línia]. Available: http://xtec.gencat.cat/web/.content/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/0031/034fc257-4463-41ab-b7f5-dd33c9982b4f/curriculum_ep.pdf. [Últim accés: 2017].
- [8] Citilab , «EduLab,» [En línia]. Available: <https://www.citilab.eu/projecte/edulab-programacio-robotica-per-nens/>.
- [9] Citilab, «EduTec,» [En línia]. Available: <https://www.citilab.eu/projecte/edutec-robotica-educativa-programacio/>.
- [10] Lego, «Lego MInstorn,» [En línia]. Available: <https://shop.lego.com/es-ES/MINDSTORMS-portema?HQS=lego+mindstorms&cmp=KAC-SAHGoogleEU>.
- [11] Arduino , [En línia]. Available: <https://www.arduino.cc/>.
- [12] BQ, [En línia]. Available: <https://www.bq.com/es/zum-kit>.
- [13] MIT Media Lab, «Scratch,» [En línia]. Available: <https://scratch.mit.edu/>.
- [14] B. Romagosa, «Snap4Arduino,» [En línia]. Available: <http://snap4arduino.org/>.
- [15] mBlock, [En línia]. Available: <http://www.mblock.cc>.
- [16] Departamento de educación Gobierno de Navarra , [En línia]. Available: <http://codigo21.educacion.navarra.es/autoaprendizaje/snap4arduino-ventajas-instalacion-e-importacion-de-proyectos-de-scratch/>.
- [17] Autodesk, «Autodesk Circuits,» [En línia]. Available: <https://circuits.io/>.

- [18] Friends-of-Fritzing, «Firtzing,» [En línia]. Available: <http://fritzing.org/home/>.
- [19] Autodesk, «Tinkercad,» [En línia]. Available: <https://www.tinkercad.com/>.
- [20] Dassault Systemes SolidWorks Corporation, «Sòlid Works,» [En línia]. Available: <http://www.solidworks.com/>.
- [21] Departament d'Educació, «XTEC,» [En línia]. Available: http://xtec.gencat.cat/web/.content/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/0023/fe124c3b-2632-44ff-ac26-dfe3f8c14b45/curriculum_eso.pdf.